

特 許 協 力 条 約

PCT

REC'D	14 OCT 2004
WIPO	PCT

特許性に関する国際予備報告 (特許協力条約第二章)

(法第12条、法施行規則第56条)
(PCT36条及びPCT規則70)

出願人又は代理人 の書類記号 PH-1846-PCT	今後の手続きについては、様式PCT/IPEA/416を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JPO3/09438	国際出願日 (日.月.年) 25.07.2003	優先日 (日.月.年) 25.07.2002	
国際特許分類 (IPC) Int. Cl ⁷ H01L29/82, H01L43/08, H01L27/105			
出願人 (氏名又は名称) 独立行政法人科学技術振興機構			

- この報告書は、PCT35条に基づきこの国際予備審査機関で作成された国際予備審査報告である。
法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。
- この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 7 ページからなる。
- この報告には次の附属物件も添付されている。
 - ☒ 附属書類は全部で 8 ページである。
 - ☒ 補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関が認めた訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面の用紙 (PCT規則70.16及び実施細則第607号参照)
 - ☐ 第I欄4.及び補充欄に示したように、出願時における国際出願の開示の範囲を超えた補正を含むものとこの国際予備審査機関が認定した差替え用紙
 - ☐ 電子媒体は全部で _____ (電子媒体の種類、数を示す)。
配列表に関する補充欄に示すように、コンピュータ読み取り可能な形式による配列表又は配列表に関連するデータを含む。(実施細則第802号参照)

4. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

- ☒ 第I欄 国際予備審査報告の基礎
- ☐ 第II欄 優先権
- ☒ 第III欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- ☐ 第IV欄 発明の単一性の欠如
- ☒ 第V欄 PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- ☒ 第VI欄 ある種の引用文献
- ☐ 第VII欄 国際出願の不備
- ☐ 第VIII欄 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 15.01.2004	国際予備審査報告を作成した日 27.09.2004		
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区般が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 栗野 正明	4M	9353
電話番号 03-3581-1101		内線 3462	

第I欄 報告の基礎

1. この国際予備審査報告は、下記に示す場合を除くほか、国際出願の言語を基礎とした。

☐ この報告は、_____ 語による翻訳文を基礎とした。

それは、次の目的で提出された翻訳文の言語である。

☐ PCT規則12.3及び23.1(b)にいう国際調査

☐ PCT規則12.4にいう国際公開

☐ PCT規則55.2又は55.3にいう国際予備審査

2. この報告は下記の出願書類を基礎とした。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に応答するために提出された差替え用紙は、この報告において「出願時」とし、この報告に添付していない。)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書

第 1-38 _____ ページ、 出願時に提出されたもの

第 _____ ページ*、 _____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

第 _____ ページ*、 _____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

☒ 請求の範囲

第 1-4, 9-35 _____ 項、 出願時に提出されたもの

第 _____ 項*、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの

第 5-8, 36-70 _____ 項*、 18.06.2004 付けで国際予備審査機関が受理したもの

第 _____ 項*、 _____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

☒ 図面

第 1/12-12/12 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの

第 _____ ページ/図*、 _____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

第 _____ ページ/図*、 _____ 付けで国際予備審査機関が受理したもの

☐ 配列表又は関連するテーブル

配列表に関する補充欄を参照すること。

3. ☐ 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ

☐ 請求の範囲 第 _____ 項

☐ 図面 第 _____ ページ/図

☐ 配列表 (具体的に記載すること) _____

☐ 配列表に関連するテーブル (具体的に記載すること) _____

4. ☐ この報告は、補充欄に示したように、この報告に添付されかつ以下に示した補正が出願時における開示の範囲を超えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c))

☐ 明細書 第 _____ ページ

☐ 請求の範囲 第 _____ 項

☐ 図面 第 _____ ページ/図

☐ 配列表 (具体的に記載すること) _____

☐ 配列表に関連するテーブル (具体的に記載すること) _____

* 4. に該当する場合、その用紙に“superseded”と記入されることがある。

第Ⅲ欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解の不作成

1. 次に関して、当該請求の範囲に記載されている発明の新規性、進歩性又は産業上の利用可能性につき、次の理由により審査しない。

☐ 国際出願全体

☒ 請求の範囲 36-70

理由:

☐ この国際出願又は請求の範囲 _____ は、国際予備審査をすることを要しない
次の事項を内容としている（具体的に記載すること）。

☐ 明細書、請求の範囲若しくは図面（次に示す部分）又は請求の範囲 _____ の
記載が、不明確であるため、見解を示すことができない（具体的に記載すること）。

☐ 全部の請求の範囲又は請求の範囲 _____ が、明細書による十分な
裏付けを欠くため、見解を示すことができない。

☒ 請求の範囲 36-70 について、国際調査報告が作成されていない。

☐ ヌクレオチド又はアミノ酸の配列表が、実施細則の附属書C（塩基配列又はアミノ酸配列を含む明細書等の作成のため
のガイドライン）に定める基準を、次の点で満たしていない。

書面による配列表が

☐

提出されていない。

コンピュータ読み取り可能な形式による配列表が

☐

所定の基準を満たしていない。

☐

提出されていない。

☐

所定の基準を満たしていない。

☐ コンピュータ読み取り可能な形式によるヌクレオチド又はアミノ酸の配列表に関連するテーブルが、実施細則の附属書
Cの2に定める技術的な要件を、次の点で満たしていない。

☐ 提出されていない。

☐ 所定の技術的な要件を満たしていない。

☐ 詳細については補充欄を参照すること。

第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	2-35	有 無
	請求の範囲	1	
進歩性 (IS)	請求の範囲	2-10, 12, 18, 20, 23-35	有 無
	請求の範囲	1, 11, 13-17, 19, 21, 22	
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1-35	有 無
	請求の範囲		

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

引用文献等一覧

1. WO 01/69655 A2 (ISIS INNOVATION LIMITED) 2001. 09. 20, 全文&JP 2003-526939 A
2. US 5747859 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 1998. 05. 05, 全文&JP 09-128719 A&US 5973334 A
3. EP 1117136 A1 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION) 2001. 07. 18, 全文&JP 2001-085763 A&US 6456523 B1&WO 01/04970 A1
4. JP 11-238924 A (株式会社東芝) 1999. 08. 31, 全文(ファミリーなし)

【請求の範囲1】

引用文献等1には、スピン注入素子及びスピンフィルターを有するスピントランジスタが記載されている。なお、スピン偏極したキャリアをホットキャリアとする点については、第9頁第11～13行を参照のこと。また、引用文献等2には、スピン注入部となるエミッタ部10及びスピンフィルター部となるベース部20及びコレクタ部30を有するスピントランジスタが記載されている。なお、スピン偏極したキャリアがホットキャリアである点については、第5欄第34行～第6欄第14行を参照のこと。

【請求の範囲2-10】

スピンインジェクタを第1の非磁性電極層/第1の強磁性障壁層/第2の非磁性電極層からなる構成とすること、または、スピンインジェクタ及びスピナナライザを第1の非磁性電極層/第1の強磁性障壁層/第2の非磁性電極層/第2の強磁性障壁層/第3の非磁性電極層からなる構成とすることは、国際調査報告に列記されたいずれの文献にも記載されておらず、かつ当業者にとって自明な事項でもない。

【請求の範囲11】

引用文献等3には、3端子磁性体デバイスを記憶回路のメモリセルに用いることが記載されており、引用文献等1乃至2に記載されたスピントランジスタをこのように記憶回路のメモリセルに用いることは、当業者にとって自明な事項と認められる。

【請求の範囲12】

メモリセルを構成するスピントランジスタの第2の非磁性電極層をワード線に接続し、該トランジスタの第3の非磁性電極層をビット線に接続し、該ビット線を負荷を介して電源に接続し、該トランジスタの第1の非磁性電極層を接地することは、国際調査報告に列記されたいずれの文献にも記載されておらず、かつ当業者に

第VI欄 ある種の引用文献

1. ある種の公表された文書 (PCT規則70.10)

出願番号 特許番号	公知日 (日. 月. 年)	出願日 (日. 月. 年)	優先日 (有効な優先権の主張) (日. 月. 年)
JP 2003-092412 A 「E X」	28. 03. 2003	17. 09. 2001	

2. 書面による開示以外の開示 (PCT規則70.9)

書面による開示以外の開示の種類	書面による開示以外の開示の日付 (日. 月. 年)	書面による開示以外の開示に言及している 書面の日付 (日. 月. 年)
-----------------	------------------------------	----------------------------------------

補充欄

いずれかの欄の大きさが足りない場合

第 V 欄の続き

とって自明な事項でもない。

【請求の範囲 13】

引用文献等 3 には、3 端子磁性体デバイスを、情報書換手段及び情報読み出し手段を有する記憶回路のメモリセルに用いることが記載されており、引用文献等 1 乃至 2 に記載されたスピントランジスタをこのように記憶回路のメモリセルに用いることは、当業者にとって自明な事項と認められる。

【請求の範囲 14-16】

引用文献等 2 には、フリー層及びピン層の相対的な磁化の向きによって情報を記憶し、該フリー層及びピン層との相対的な磁化の向きに依存する出力特性に基づいて該記憶された情報を検出することが記載されている。

また、引用文献等 3 乃至 4 にも、フリー層及びピン層の相対的な磁化の向きによって情報を記憶し、該フリー層及びピン層との相対的な磁化の向きに依存する出力特性に基づいて該記憶された情報を検出することが記載されており、この技術を引用文献等 1 の発明に適用することは、当業者にとって自明な事項と認められる。

【請求の範囲 17】

引用文献等 3 には、メモリセルを構成する磁性体デバイスの第 1 の電極構造を接地する配線を設け、第 2 の電極構造及び第 3 の電極構造に接続する配線を設けることが記載されている。

【請求の範囲 18】

メモリセルを構成するスピントランジスタの第 2 の電極構造に接続する第 2 の配線とその一端に形成される出力端子と、該第 2 の配線から分岐し負荷を介して電源と接続する第 4 の配線を設けることは、国際調査報告に列記されたいずれの文献にも記載されておらず、かつ当業者にとって自明な事項でもない。

【請求の範囲 19、21、22】

引用文献等 3 には、メモリセルの情報を書き換えるために、ワード線及びビット線を適切に配置して、両者を流れる電流による磁界の重畳を利用することが記載されている（【0093】参照）。

【請求の範囲 20、34】

第 1 の別配線又は第 2 の別配線の少なくとも一方に代えて、第 2 の配線又は第 3 の配線の少なくとも一方を用いることは、国際調査報告に列記されたいずれの文献にも記載されておらず、かつ当業者にとって自明な事項でもない。

【請求の範囲 23】

メモリセルを構成するスピントランジスタの第 3 の配線に第 1 のバイアスを印加した場合において、電源と第 1 の配線との間に生じる負荷と該スピントランジスタを介

補充欄

いずれかの欄の大きさが足りない場合

第 V 欄の続き

する電流による該負荷の電圧降下に基づいて得られる出力電圧により、情報の読み出しを行うことは、国際調査報告に列記されたいずれの文献にも記載されておらず、かつ当業者にとって自明な事項でもない。

【請求の範囲 24-30、35】

マトリックス状に配置されたスピントランジスタと、第1の電極構造をそれぞれ接地する第1の配線と、列方向に並ぶ該スピントランジスタの第3の電極構造を共通に接続する複数本のワード線と、行方向に並ぶ該スピントランジスタの第2の電極構造を共通に接続する複数本のビット線を設けることは、国際調査報告に列記されたいずれの文献にも記載されておらず、かつ当業者にとって自明な事項でもない。

【請求の範囲 31-33】

2つのスピントランジスタと、これらに共通の第1の電極構造を接地する第1の配線と、それぞれの第2の電極構造に接続する第2及び第3の配線と、それぞれの第3の電極構造同士を接続する第4の配線とを設けることは、国際調査報告に列記されたいずれの文献にも記載されておらず、かつ当業者にとって自明な事項でもない。

請 求 の 範 囲

1. スピンフィルタ効果によってスピン偏極したホットキャリアを注入するスピンインジェクタと、この注入されたスピン偏極ホットキャリアをスピンフィルタ効果によって選別するスピナナライザと、を有することを特徴とするトランジスタ。

2. 前記スピンインジェクタは、両端に電圧を印加することによりキャリアのトンネルが可能な第1の強磁性障壁層と、該第1の強磁性障壁層の一端面に接合した第1の非磁性電極層と、前記第1の強磁性障壁層の他端面に接合した第2の非磁性電極層とを有することを特徴とする請求項1に記載のトランジスタ。

3. 前記スピナナライザは、

第2の強磁性障壁層と、この第2の強磁性障壁層の一端面に接合した前記第2の非磁性電極層と、上記第2の強磁性障壁層の他端面に接合した第3の非磁性電極層とを有しており、かつ、前記スピンインジェクタと前記第2の非磁性電極層を共通にしていることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載のトランジスタ。

4. 前記第1及び第2の強磁性障壁層は、強磁性半導体又は強磁性絶縁体を含んでいることを特徴とする請求の範囲第2項または第3項に記載のトランジスタ。

5. (補正後) 前記第2の非磁性電極層の厚さは、該第2の非磁性電極層におけるスピン偏極ホットキャリアの平均自由行程以下の厚さであることを特徴とする、請求の範囲第2項から第4項までのいずれか1項に記載のトランジスタ。

6. (補正後) 前記スピンインジェクタのスピンフィルタ効果は、前記第1の非磁性電極層と前記第2の非磁性電極層とに電圧を印加して生じさせる前記第1の強磁性障壁層におけるキャリアのトンネル効果において、上記第

1 の非磁性電極層に存在するキャリアのうち、上記第 1 の強磁性障壁層のバンド端におけるスピنبンドと平行なスピンの向きを有するキャリアのトンネル確率が大きく、反平行となるスピンの向きを有するキャリアのトンネル確率が小さいことを利用したことを特徴とする、請求の範囲第 2 項から第 5 項までのいずれか 1 項に記載のトランジスタ。

7. (補正後) 前記スピナナライザのスピントフィルタ効果は、前記スピニンジェクタから注入されたスピンプラットキャリアのスピンの向きと前記第 2 の強磁性障壁層のバンド端におけるスピنبンドのスピンの向きが平行の場合には、前記スピンプラットキャリアが前記第 2 の強磁性障壁層のバンド端におけるスピنبンドを伝導し前記第 3 の非磁性電極層へ達するが、前記スピンプラットキャリアのスピンの向きと前記第 2 の強磁性障壁層のバンド端のスピنبンドのスピンの向きが反平行の場合には、前記スピンプラットキャリアが前記第 3 の非磁性電極層へ達することができないことを利用したことを特徴とする、請求の範囲第 2 項から第 6 項までのいずれか 1 項に記載のトランジスタ。

8. (補正後) 前記第 1 の非磁性電極層と前記第 2 の非磁性電極層との間に第 1 の電源により第 1 の電圧を印加し、前記第 2 の非磁性電極層と前記第 3 の非磁性電極層との間、または、前記第 1 の非磁性電極層と前記第 3 の非磁性電極層との間に第 2 の電源により第 2 の電圧を印加し、前記第 1 の強磁性障壁層と前記第 2 の強磁性障壁層の相対的な磁化の向きに応じて、前記第 1 の非磁性電極層から前記第 2 の非磁性電極層に注入されたスピンプラットキャリアを、前記第 2 の強磁性障壁層と前記第 2 の電源を介して流れる電流に、または、前記第 2 の非磁性電極層と前記第 1 の電源を介して流れる電流に切り替えることを特徴とする、請求の範囲第 2 項から第 7 項までのいずれか 1 項に記載のトランジスタ。

9. 前記第 1 の電圧は、注入されたスピンプラットキャリアのエネルギー

複数本のワード線と

を有する記憶回路。

34. 前記第1の別配線又は前記第2の別配線のいずれか一方を置き換えた前記第2の配線又は前記第3の配線及びこれらに置き換えられなかった方の前記第1の別配線又は前記第2の別配線に電流を流すことにより誘起される磁場により、前記フリー層の磁化を反転させ、前記ピン層と前記フリー層との間の相対的な磁化状態を変化させることにより情報の書き換えを行うことを特徴とする請求の範囲第20項に記載の記憶素子。

35. 前記第1の別配線又は前記第2の別配線のいずれか一方を置き換えた前記ワード線又は前記ビット線及びこれらに置き換えられなかった方の前記第1の別配線又は第2の別配線に電流を流すことにより誘起される磁場により、前記フリー層と前記ピン層との間の相対的な磁化状態を変化させることにより情報の書き換えを行うことを特徴とする請求の範囲第27項に記載の記憶回路。

36. (追加) スピンフィルタ効果によってスピン偏極したホットキャリアを注入するスピンインジェクタと、この注入されたスピン偏極したホットキャリアをスピンフィルタ効果によって選別するスピナナライザと、を有し、

前記スピンインジェクタ又は前記スピナナライザのうち少なくともいずれか一方が強磁性体からなる障壁層を含むことを特徴とするトランジスタ。

37. (追加) スピンフィルタ効果によってスピン偏極したキャリアを注入するスピンインジェクタと、この注入されたスピン偏極したキャリアをスピンフィルタ効果によって選別するスピナナライザと、を有し、

前記スピンインジェクタ又は前記スピナナライザのうち少なくともいずれか一方が強磁性体からなる障壁層を含むことを特徴とするトランジスタ。

38. (追加) 強磁性体からなるエミッタと、強磁性体からなるベースと、非磁性体または強磁性体からなるコレクタと、前記エミッタと前記ベース

との間に設けられ非磁性体からなる第1障壁層と、前記ベースと前記コレクタとの間に設けられ非磁性体からなる第2障壁層とを有し、
前記エミッタから前記ベースへスピン偏極したキャリアをファウラー・ノルドハイム (Fowler-Nordheim) トンネリングによって注入することを特徴とするトランジスタ。

39. (追加) 前記エミッタと前記ベースは、強磁性金属又は強磁性半導体から構成されることを特徴とする請求の範囲第38項に記載のトランジスタ。

40. (追加) 前記エミッタ及び前記ベースは強磁性半導体により、前記第1障壁層および前記第2障壁層は半導体により形成されていることを特徴とする請求の範囲第38項に記載のトランジスタ。

41. (追加) 前記第1障壁層および第2障壁層の障壁高さを調整することによって室温動作を可能にすることを特徴とする請求の範囲第38項に記載のトランジスタ。

42. (追加) 前記エミッタから前記ベースへ注入されたキャリアの前記コレクタへの電流伝送率が前記エミッタと前記ベースとの相対的な磁化の向きに依存することを特徴とする請求の範囲第38項に記載のトランジスタ。

43. (追加) 強磁性体からなるエミッタと、強磁性体からなるベースと、非磁性体または強磁性体からなるコレクタと、前記エミッタと前記ベースとの間に設けられた第1障壁層と、前記ベースと前記コレクタとの間に設けられた第2障壁層とを有し、

前記エミッタから前記ベースへスピン偏極したキャリアを熱放出によって注入することを特徴とするトランジスタ。

44. (追加) 前記エミッタと前記ベースとは、強磁性金属又は強磁性半導体から構成され、前記第1障壁層および第2障壁層は半導体から構成されることを特徴とする請求の範囲第43項に記載のトランジスタ。

45. (追加) 前記エミッタと前記第1障壁層とは、オーミックコンタクト

又はトンネルコンタクトを利用して形成されていることを特徴とする請求の範囲第43項に記載のトランジスタ。

46.(追加)前記ベースと前記第1障壁層との障壁構造は、前記ベースが強磁性金属の場合にはショットキー接合により形成され、前記ベースが強磁性半導体の場合には前記ベースと前記第1障壁層とのバンド不連続に基づいて形成されることを特徴とする請求の範囲第43項に記載のトランジスタ。

47.(追加)前記ベースと前記第2障壁層との障壁構造は、前記ベースが強磁性金属の場合にはショットキー接合により形成され、前記ベースが強磁性半導体の場合には前記ベースと前記第2障壁層とのバンド不連続に基づいて形成されることを特徴とする請求の範囲第43項に記載のトランジスタ。

48.(追加)前記エミッタは強磁性半導体から構成され、前記ベースは強磁性金属から構成され、前記第1障壁層は強磁性半導体と強磁性金属との間に形成されるショットキー障壁により形成されることを特徴とする請求の範囲第43項に記載のトランジスタ。

49.(追加)前記エミッタから前記ベースへ注入されたキャリアの前記コレクタへの電流伝送率が前記エミッタと前記ベースとの相対的な磁化の向きに依存することを特徴とする請求の範囲第43項に記載のトランジスタ。

50.(追加)第1伝導型の強磁性半導体からなるエミッタ及び第1伝導型の強磁性半導体からなるコレクタと、前記第1伝導型とは異なる第2伝導型の非磁性半導体からなるベースとを有し、前記ベースの幅は前記エミッタから前記コレクタへキャリアのトンネルが生じる程度に調整されていることを特徴とするトランジスタ。

51.(追加)前記ベースは、前記エミッタ及び前記コレクタの多数キャリアに対してトンネル障壁となり、前記エミッタと前記コレクタは、前記ベースの多数キャリアに対して、エネルギー障壁となるように、エミッター

ベース間、ベースーコレクタ間、タイプ I I のヘテロ接合により形成されていることを特徴とする請求の範囲第 50 項に記載のトランジスタ。

52.(追加)前記エミッタと前記コレクタの相対的な磁化の向きによって、相互コンダクタンスまたは出力電流の大きさを制御できることを特徴とする請求の範囲第 50 項に記載のトランジスタ。

53.(追加)強磁性半導体層と、該強磁性半導体層に対して形成されるソース及びドレインと、前記強磁性半導体層に対して形成されるゲート電極と、を有し、

前記ソース及び前記ドレインの少なくとも一方が強磁性体により構成されていることを特徴とするトランジスタ。

54.(追加)前記ソース及び前記ドレインの少なくとも一方に用いられる強磁性体は、強磁性金属または強磁性半導体であることを特徴とする請求の範囲第 53 項に記載のトランジスタ。

55.(追加)前記ソース及び前記ドレインの少なくとも一方は、強磁性金属と前記強磁性半導体層とのショットキー接合によって形成されることを特徴とする請求の範囲第 53 項に記載のトランジスタ。

56.(追加)さらに、前記強磁性半導体層と前記ゲート電極との間に設けられたゲート絶縁層を有することを特徴とする請求の範囲第 53 項に記載のトランジスタ。

57.(追加)前記ソースまたは前記ドレインと前記強磁性半導体との相対的な磁化の向きによって相互コンダクタンスまたは出力電流の大きさを制御できることを特徴とする請求の範囲第 53 項に記載のトランジスタ。

58.(追加)絶縁性の非磁性体からなるトンネル障壁と該トンネル障壁を挟み込む強磁性体からなるソース及び強磁性体からなるドレインとにより形成されるトンネル接合構造と、前記トンネル障壁に対して形成されるゲート電極と、を有することを特徴とするトランジスタ。

59.(追加)前記ソース及び前記ドレインに用いる強磁性体は、前記強磁

性金属または強磁性半導体であることを特徴とする請求の範囲第58項に記載のトランジスタ。

60.(追加)前記トンネル障壁の厚さは前記ゲート電極に電圧を印加することによって前記ソースから前記ドレインにトンネル電流が生じる程度に調整されていることを特徴とする請求の範囲第58項に記載のトランジスタ。

61.(追加)前記ソースと前記ドレインとの相対的な磁化の向きによって、相互コンダクタンスまたは出力電流の大きさを制御できることを特徴とする請求の範囲第58項に記載のトランジスタ。

62.(追加)絶縁性の強磁性体からなるトンネル障壁と該トンネル障壁を挟み込む強磁性体からなるソース及び非磁性体または強磁性体からなるドレインとにより形成されるトンネル接合構造と、前記トンネル障壁に対して形成されるゲート電極と、を有することを特徴とするトランジスタ。

63.(追加)前記ソースまたは前記ドレインに用いる強磁性体は、強磁性金属または強磁性半導体であることを特徴とする請求の範囲第62項に記載のトランジスタ。

64.(追加)前記トンネル障壁の厚さは前記ゲート電極に電圧を印加することによって前記ソースから前記ドレインにトンネル電流が生じる程度に調整されていることを特徴とする請求の範囲第62項に記載のトランジスタ。

65.(追加)前記ソースと前記トンネル障壁との相対的な磁化の向きによって、相互コンダクタンスまたは出力電流の大きさを制御できることを特徴とする請求の範囲第62項に記載のトランジスタ。

66.(追加)請求の範囲第36項から第64項に記載の1つのトランジスタと、

前記トランジスタ内に含まれる強磁性体の磁化の状態を変えることにより前記トランジスタ内に情報の書き換えを行う情報書き換え手段と、

前記トランジスタの出力特性から磁化の状態として記憶された情報を読み出す情報読み出し手段と
を有することを特徴とする記憶素子。

67.(追加)請求の範囲第36項から第65項までのいずれかに記載のトランジスタは、

磁化の方向を独立に制御できる強磁性体(以下「フリー層」と称する。)と、磁化の方向を変化させない強磁性体(以下、「ピン層」と称する。)と、を有しており、

前記フリー層と前記ピン層とが同じ磁化の向きを有する第1の状態及び、異なる磁化の向きを有する第2の状態とを保持できることを特徴とする請求の範囲第65項に記載の記憶素子。

68.(追加)請求の範囲第36項から第65項までのいずれかに記載の1つのトランジスタを用いて、前記ピン層に対する前記フリー層の相対的な磁化の向きによって情報を記憶し、前記ピン層と前記フリー層との相対的な磁化の向きに依存する前記トランジスタの出力特性に基づいて前記トランジスタ内に記憶された情報を検出することを特徴とする記憶素子。

69.(追加)請求の範囲第38項から第52項までのいずれかに記載の1つのトランジスタと、

前記エミッタと接続する第1の配線と、

前記ベースと接続する第2の配線と、

前記コレクタと接続する第3の配線と

を有する記憶素子。

70.(追加)請求の範囲第53項から第64項までのいずれかに記載の1つのトランジスタと、

前記ソースと接続する第1の配線と、

前記ゲート電極と接続する第2の配線と、

前記ドレインと接続する第3の配線と

を有する記憶素子。

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/JP2003/009438



PCT

Rec'd PCT

2005

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY
(Chapter II of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PH-1846-PCT	FOR FURTHER ACTION See Form PCT/IPEA/416	
International application No. PCT/JP2003/009438	International filing date (day/month/year) 25 July 2003 (25.07.2003)	Priority date (day/month/year) 25 July 2002 (25.07.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 29/82, 43/08, 27/105		
Applicant JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY		

- This report is the international preliminary examination report, established by this International Preliminary Examining Authority under Article 35 and transmitted to the applicant according to Article 36.
- This REPORT consists of a total of 7 sheets, including this cover sheet.
- This report is also accompanied by ANNEXES, comprising:
 - ☒ (sent to the applicant and to the International Bureau) a total of 8 sheets, as follows:
 - ☒ sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis of this report and/or sheets containing rectifications authorized by this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions).
 - ☐ sheets which supersede earlier sheets, but which this Authority considers contain an amendment that goes beyond the disclosure in the international application as filed, as indicated in item 4 of Box No. I and the Supplemental Box.
 - ☐ (sent to the International Bureau only) a total of (indicate type and number of electronic carrier(s)) _____, containing a sequence listing and/or tables related thereto, in computer readable form only, as indicated in the Supplemental Box Relating to Sequence Listing (see Section 802 of the Administrative Instructions).
- This report contains indications relating to the following items:
 - ☒ Box No. I Basis of the report
 - ☐ Box No. II Priority
 - ☒ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
 - ☐ Box No. IV Lack of unity of invention
 - ☒ Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
 - ☒ Box No. VI Certain documents cited
 - ☐ Box No. VII Certain defects in the international application
 - ☐ Box No. VIII Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 15 January 2004 (15.01.2004)	Date of completion of this report 27 September 2004 (27.09.2004)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International application No.

PCT/JP2003/009438

Box No. I Basis of the report

1. With regard to the language, this report is based on the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

- ☐ This report is based on translations from the original language into the following language _____, which is language of a translation furnished for the purpose of:
- ☐ international search (under Rules 12.3 and 23.1(b))
 - ☐ publication of the international application (under Rule 12.4)
 - ☐ international preliminary examination (under Rules 55.2 and/or 55.3)

2. With regard to the elements of the international application, this report is based on *(replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report)*:

- ☐ The international application as originally filed/furnished
- ☒ the description:
pages _____ 1-38 _____, as originally filed/furnished
pages* _____ received by this Authority on _____
pages* _____ received by this Authority on _____
- ☒ the claims:
pages _____ 1-4, 9-35 _____, as originally filed/furnished
pages* _____, as amended (together with any statement) under Article 19
pages* _____ 5-8, 36-70 _____ received by this Authority on _____ 18 June 2004 (18.06.2004)
pages* _____ received by this Authority on _____
- ☒ the drawings:
pages _____ 1/12, 12/12 _____, as originally filed/furnished
pages* _____ received by this Authority on _____
pages* _____ received by this Authority on _____
- ☐ a sequence listing and/or any related table(s) – see Supplemental Box Relating to Sequence Listing.

3. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/figs _____
- ☐ the sequence listing (*specify*): _____
- ☐ any table(s) related to sequence listing (*specify*): _____

4. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments annexed to this report and listed below had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/figs _____
- ☐ the sequence listing (*specify*): _____
- ☐ any table(s) related to sequence listing (*specify*): _____

* If item 4 applies, some or all of those sheets may be marked "superseded."

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International Application No.

PCT/JP03/09438

Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability

The questions whether the claimed invention appears to be novel, to involve an inventive step (to be non obvious), or to be industrially applicable have not been examined in respect of:

☐ the entire international application.

☒ claims Nos. 36-70

because:

☐ the said international application, or the said claims Nos. _____
relate to the following subject matter which does not require an international preliminary examination (*specify*):

☐ the description, claims or drawings (*indicate particular elements below*) or said claims Nos. _____
are so unclear that no meaningful opinion could be formed (*specify*):

☐ the claims, or said claims Nos. _____ are so inadequately supported
by the description that no meaningful opinion could be formed.

☒ no international search report has been established for said claims Nos. 36-70

☐ the nucleotide and/or amino acid sequence listing does not comply with the standard provided for in Annex C of the
Administrative Instructions in that:

the written form

☐ has not been furnished

☐ does not comply with the standard

the computer readable form

☐ has not been furnished

☐ does not comply with the standard

☐ the tables related to the nucleotide and/or amino acid sequence listing, if in computer readable form only, do not comply with
the technical requirements provided for in Annex C-bis of the Administrative Instructions.

☐ see Supplemental Box for further details.

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International Application No.

PCT/JP03/09438

Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	2-35	YES
	Claims	1	NO
Inventive step (IS)	Claims	2-10, 12, 18, 20, 23-35	YES
	Claims	1, 11, 13-17, 19, 21, 22	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-35	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations (Rule 70.7)**List of Cited Documents:**

Document 1: WO, 01-69655, A2 (Isis Innovation Ltd.), 20 September, 2001 (20.09.01), full text, & JP, 2003-526939, A

Document 2: US, 5747859, A (Toshiba Corp.), 5 May, 1998 (05.05.98), full text, & JP, 9-128719, A, & US, 5973334, A

Document 3: EP, 1117136, A1 (Japan Science and Technology Corp.), 18 July, 2001 (18.07.01), full text, & JP, 2001-85763, A, & US, 6456523, B1, & WO, 01-04970, A1

Document 4: JP, 11-238924, A (Toshiba Corp.), 31 August, 1999 (31.08.99), full text (Family: none)

Claim 1

Document 1 describes a spin transistor having a spin injecting element and a spin filter. With regard to the constitution in which spin-polarized carriers are used as hot carriers, see page 9, lines 11-13. Furthermore, document 2 describes a spin transistor having (1) an emitter section 10 destined to be a spin injecting section, (2) a base section 20 destined to be a spin filter section and (3) a collector section 30. With regard to the constitution in which hot carriers are used as spin-polarized carriers, see column 5, line 34 to column 6, line 14.

Claims 2-10

None of the documents cited in the ISR describes (1) a spin injector that consists of a first nonmagnetic electrode layer, a first ferromagnetic barrier layer and a second nonmagnetic electrode layer, or (2) a spin injector and a spin analyzer which consist of a first nonmagnetic electrode layer, a first ferromagnetic barrier layer, a second nonmagnetic electrode layer, a second ferromagnetic barrier layer and a third nonmagnetic electrode layer. These constitutions are not considered to be obvious to a person skilled in the art either.

Claim 11

Document 3 describes that a three-terminal magnetic device is used as a memory cell of a storage circuit. It is considered to be obvious for a person skilled in the art to use the spin transistor described in document 1 or 2 as a memory cell of a storage circuit like this.

Claim 12

None of the documents cited in the ISR describes that (1) a second nonmagnetic electrode layer of a spin transistor constituting a memory cell is connected with a word line, (2) a third nonmagnetic electrode layer of the said transistor is connected with a bit line, (3) the said bit line is connected with a power source through a load, and (4) a first nonmagnetic electrode layer of the said transistor is grounded. This constitution is not considered to be obvious to a person skilled in the art either.

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International Application No.

PCT/JP03/09438

Box No. VI Certain documents cited

1. Certain published documents (Rule 70.10)

Application No. Patent No.	Publication date (day/month/year)	Filing date (day/month/year)	Priority date (valid claim) (day/month/year)
JP 2003-092412 A [E, X]	28.03.2003	17.09.2001	

2. Non-written disclosures (Rule 70.9)

Kind of non-written disclosure	Date of non-written disclosure (day/month/year)	Date of written disclosure referring to non-written disclosure (day/month/year)

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of: V.2

Claim 13

Document 3 describes that a three-terminal magnetic device is used as a memory cell of a storage circuit having an information rewrite means and an information read means, and it is considered to be obvious for a person skilled in the art to use the spin transistor described in document 1 or 2 as a memory cell of a storage circuit like this.

Claims 14-16

Document 2 describes that (1) information is stored depending on the relative magnetization directions of a free layer and a pin layer, and (2) the said stored information is detected based on the output characteristic depending on the relative magnetization directions of the free layer and the pin layer.

Furthermore, documents 3 and 4 respectively also describe that (1) information is stored depending on the relative magnetization directions of a free layer and a pin layer, and (2) the said stored information is detected based on the output characteristic depending on the relative magnetization directions of the free layer and the pin layer. It is considered to be obvious for a person skilled in the art to apply this technique to the invention of document 1.

Claim 17

Document 3 describes that (1) a wire for grounding a first electrode structure of a magnetic device constituting a memory cell and (2) a wire for connecting with a second electrode structure and a third electrode structure are provided.

Claim 18

None of the documents cited in the ISR describes that (1) a second wire connected with a second electrode structure of a spin transistor constituting a memory cell, (2) an output terminal formed at one end of the said second wire, and (3) a fourth wire branching from the said second wire and connected with a power source through a load, are provided. This constitution is not considered to be obvious to a person skilled in the art either.

Claims 19, 21 and 22

Document 3 describes that a word line and a bit line are adequately disposed to rewrite the information of a memory cell, for using the superimposition of the magnetic fields produced by the currents flowing through both the lines (see [0093]).

Claims 20 and 34

None of the documents cited in the ISR describes that at least either a second wire or a third wire is used instead of at least either a first another wire or a second another wire. This constitution is not considered to be obvious to a person skilled in the art either.

Claim 23

None of the documents cited in the ISR describes that in the case where a first bias is applied to a third wire of a spin transistor constituting a memory cell, (1) the load generated between a power source and a first wire and (2) the output voltage obtained based on the voltage drop of the said load caused by the current flowing through the said spin transistor are used to read information. This constitution is not considered to be obvious to a person skilled in the art either.

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of: V.2

Claims 24-30 and 35

None of the documents cited in the ISR describes that (1) first wires for grounding (a) spin transistors disposed in a matrix and (b) first electrode structures respectively, (2) plural word lines for commonly connecting the third electrode structures of the said spin transistors disposed in the column direction, and (3) plural bit wires for commonly connecting the second electrode structures of the said spin transistors disposed in the row direction, are provided. This constitution is not considered to be obvious to a person skilled in the art either.

Claims 31-33

None of the documents cited in the ISR describes that (1) a first wire for grounding (a) two spin transistors and (b) a first electrode structure common to them, (2) second and third wires connected with the second electrode structures of the transistors, and (3) a fourth wire for connecting the third electrode structures of the transistors with each other, are provided. This constitution is not considered to be obvious to a person skilled in the art either.